



(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 89119312.0

(61) Int. Cl. 5 F16H 3/08 , F16H 3/12

(22) Anmeldetag: 18.10.89

(30) Priorität: 31.10.88 DE 3836985

(71) Anmelder: Volkswagen AG

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
09.05.90 Patentblatt 90/19

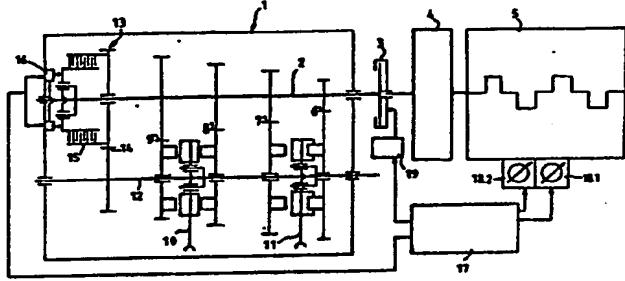
D-3180 Wolfsburg 1(DE)

(64) Benannte Vertragsstaaten:  
DE ES FR GB IT

(72) Erfinder: Schneider, Arthur, Ing.(Grad.)  
In den Wiesen 23  
D-3300 Braunschweig(DE)

### (54) Stufenwechselgetriebe.

(57) Beschrieben wird ein Verfahren zum Schalten eines Stufenwechselgetriebes (1) für Fahrzeuge mit einer mit einem Antriebsmotor (5) verbindbaren Getriebeeingangswelle (2), einer mit den angetriebenen Fahrzeugrädern verbindbaren Getriebeausgangswelle (12) und mit mehreren, den einzelnen Getriebegängen zugeordneten Paaren von Gangzahnrädern (6 - 9), von denen jeweils eines als Losrad auf der einen Getriebewelle und das andere als Losrad auf der anderen Getriebewelle gehalten ist, wobei das Losrad zum Zwecke des Einrückens des entsprechenden Getriebegangs form- und/oder reibschlüssig mit der zugehörigen Getriebewelle verbindbar ist. Bei einem derartigen Stufenwechselgetriebe kann ohne Zugkraftunterbrechung in einen höheren Gang geschaltet werden, weil zwischen der Getriebeeingangswelle (2) und der Getriebeausgangswelle (12) eine zuschaltbare Getriebestufe (13) angeordnet ist. Diese weist innerhalb des Stufenwechselgetriebes (1) verglichen mit dem jeweils eingelegten Getriebegang ein größeres Übersetzungsverhältnis auf. Erfundungsgemäß wird zur Einleitung eines Schaltvorganges zumindest zeitweise die zuschaltbare Getriebestufe (13) auch dann zugeschaltet, wenn der jeweils eingelegte Getriebegang noch nicht ausgerückt ist.



A1  
020 020

EP 0 367

## Stufenwechselgetriebe

Die Erfindung betrifft ein Stufenwechselgetriebe gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei allgemein bekannten, herkömmlichen Stufenwechselgetrieben mit einer Getriebeeingangswelle und einer Getriebeausgangswelle, die achsparallel zu der Getriebeeingangswelle angeordnet und über Zahnradpaare mit dieser verbindbar ist, muß der vom Antriebsmotor über das Getriebe zu den Fahrzeugräder reichende Momentenfluß unterbrochen werden, wenn in einen neuen Gang geschaltet werden soll. Die Dauer einer solchen Zugkraftunterbrechung wird bei diesen gattungsbildenden Stufenwechselgetrieben bestimmt durch die für die Synchronisation der formschlüssig miteinander zu verbindenden Getriebeglieder benötigte Zeitspanne.

In der nicht vorveröffentlichten Patentanmeldung P 39 18 170 wird ein Schaltgetriebe beschrieben, bei dem die Dauer der Zugkraftunterbrechung durch eine entsprechende Steuerung und konstruktive Auslegung der formschlüssig miteinander zu verbindenden Getriebeglieder auf ein Minimum reduzierbar ist. Eine solche minimale Dauer der Zugkraftunterbrechung wird mitunter insbesondere dann noch als störend empfunden, wenn während der Beschleunigungsphase eines Fahrzeuges von dem jeweils eingelegten Getriebegang in den nächsthöheren Getriebegang geschaltet werden soll. Es ist aus der DE-OS 35 30 017 ein lastschaltbares Kraftfahrzeuggetriebe bekannt, das mit einer aufwendigen Hohlwellenkonstruktion und einem Doppelkupplungssystem Schaltvorgänge ohne Unterbrechung der Zugkraft ermöglicht.

Die gattungsgemäße EP-0 173 117-B1 zeigt ein Verfahren zum Schalten eines Stufenwechselgetriebes, welches während eines Hochschaltvorgangs für die Dauer der in den jeweiligen Gängen erfolgenden Triebstrangunterbrechung eine Übertragung des Antriebsmomentes des Motors über eine zuschaltbare Getriebestufe auf die Fahrzeugräder vorsieht. Dabei erfolgt die Zuschaltung der zuschaltbaren Getriebestufe zeitgleich mit der Triebstrangunterbrechung, so daß während eines Hochschaltvorgangs das Antriebsmoment des Motors jeweils zeitlich nacheinander zunächst von der Getriebestufe des niedrigen Ganges auf die zuschaltbare Getriebestufe und dann auf den höheren Getriebegang zur Erzeugung einer Vortriebskraft übertragen wird.

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Verfahren dahingehend weiterzubilden, daß die Übergänge des Antriebsmomentes von den jeweiligen Getriebegängen auf die zuschaltbare Getriebestufe mit einem möglichst geringen Verlust an Vortriebskraft

erfolgen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch das kennzeichnende Merkmal des Patentanspruchs 1. Die Unteransprüche enthalten zweckmäßige Ausgestaltungen sowie vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

Erfindungsgemäß wird also die zuschaltbare Getriebestufe zur Einleitung eines Hochschaltvorgangs schon dann aktiviert, wenn der alte Getriebegang noch eingelegt ist. Es tritt dann im Stufenwechselgetriebe zunächst eine Verzweigung des Antriebsmoments auf, das heißt, daß ein Teil des Antriebsmomentes noch über den alten Getriebegang übertragen wird, während der verbleibende Teil schon über die zuschaltbare Getriebestufe dem Abtrieb zugeführt wird. Wenn schließlich der eingelegte Getriebegang - beispielsweise nach Unterschreitung eines vorgegebenen Drehmomentenbetrages im Antriebszweig dieses Getriebegangs - ausgerückt wird, überträgt nur noch die zuschaltbare Getriebestufe das Antriebsmoment. Durch eine solche Verzweigung des Antriebsmomentes vor der Unterbreitung des Antriebsstranges wird der Verlust an Vortriebskraft beim Hochschaltvorgang auf ein Minimum reduziert. Durch das erfindungsgemäße Verfahren sind komfortable Hochschaltvorgänge auch ohne gezielte Beeinflussung des Betriebszustandes des Motors möglich. Auf diese Weise kann die Funktionseinheit des Stufenwechselgetriebes weitgehend selbstdärfend gesteuert werden.

Mit Vorteil kann der vorhandene höchste Getriebegang selbst als zuschaltbare Getriebestufe verwendet werden, indem dessen Losrad über eine im Schlupfzustand betreibbare erste Kupplung mit der das Losrad tragenden Getriebewelle verbindbar ist. Eine solche Anordnung weist gegenüber jedem anderen beliebig eingelegten Getriebegang stets ein größeres Übersetzungsverhältnis auf und ist unter Last zuschaltbar.

Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht zur Durchführung des Verfahrens eine zuschaltbare Getriebestufe vor, deren Übersetzungsverhältnis stufenlos oder schrittweise verstellbar ist. Das Übersetzungsverhältnis der zuschaltbaren Getriebestufe wird dann bei jedem Schaltvorgang von einer Steuereinrichtung so verstellt, daß es immer um einen vorgebbaren Betrag größer ist als der jeweils gerade eingelegte Getriebegang. Auf diese Weise kann innerhalb des Stufenwechselgetriebes während eines beliebigen Hochschaltvorganges der jeweilige Betrag des von der zuschaltbaren Getriebestufe allein übertragbaren Antriebsmomentes an die Beträge der zum Zeitpunkt der Einleitung und Beendigung des Schaltvorganges von den Getriebegängen zu übertragenden

Drehmomente angepaßt werden. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die Steigerung des Fahrkomforts von besonderer Bedeutung.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist bei einer zwischen dem Antriebsmotor und dem Stufenwechselgetriebe angeordneten, als Anfahr- und Trennkupplung wirkenden zweiten Kupplung deren Drehmomentübertragung auf einen vorgebbaren Höchstwert begrenzbar. Eine Ansteuerung dieser zweiten Kupplung in Abhängigkeit vom jeweils eingelegten Getriebegang und/oder vom Antriebsmoment des Motors ermöglicht ebenfalls die zuvor beschriebene Anpassung der im Verlaufe eines Schaltvorganges übertragenen Antriebsmomente und ist darüber hinaus geeignet, die Wärmeverluste der ersten Kupplung zu verringern. Weitere zweckmäßige Ausbildungen für das erfindungsgemäße Stufenwechselgetriebe können den übrigen Unteransprüchen entnommen werden.

Die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens soll anhand eines im Sinne der Erfindung vorteilhaften Stufenwechselgetriebes mit Hilfe der Zeichnung durch Prinzipskizzen und Diagramme näher erläutert werden. Es zeigt

Figur 1: schematisch den Aufbau eines erfindungsgemäßen Stufenwechselgetriebes,

Figur 2: den Verlauf des an der Getriebeausgangswelle wirksamen Drehmomentes über der Zeit bei maximalem Motorantriebsmoment während verschiedener Hochschaltvorgänge,

Figur 3: den Verlauf des an der Getriebeeingangswelle wirksamen Drehmomentes über der Zeit bei maximalem Motorantriebsmoment während beispielhaft ausgewählter Hochschaltvorgänge,

Figur 4: den Verlauf des an der Getriebeeingangswelle wirksamen Drehmomentes über der Zeit bei maximalem Motorantriebsmoment während eines beispielhaft ausgewählten Hochschaltvorgangs unter besonderer Berücksichtigung der Beeinflussung der Anfahr- und Trennkupplung und

Figur 5: in einem Ausschnitt schematisch den Aufbau eines weiteren erfindungsgemäßen Stufenwechselgetriebes.

Gleiche oder vergleichbare Bauteile und Parameter sind in der Zeichnung gleich beziffert.

In Figur 1 ist schematisch ein Stufenwechselgetriebe 1 dargestellt, dessen Getriebeeingangswelle 2 über eine Anfahr- und Trennkupplung 3 mit einem Schwungmasse 4 aufweisenden Antriebsmotor 5 verbunden ist. Die Getriebeeingangswelle 2 ist über den einzelnen Getriebegängen zugeordneten Paaren von Gangzahnradern 6 - 9 sowie über Schiebermuffen 10, 11 mit den angetriebenen Fahrzeugrädern in Verbindung stehenden Getriebeausgangswelle 12 verbindbar. Mit 13 ist hier eine zwischen der Getriebeeingangswelle 2 und der Getriebeausgangswelle 12 wirksame

zuschaltbare Getriebestufe bezeichnet, die im wesentlichen aus einem dem höchsten Getriebegang zugeordneten Zahnradpaar 14 und einer Lamellenkupplung 15 besteht. Die Lamellenkupplung 15 ist prinzipiell auch durch Konuskupplungen, Magnetkupplungen sowie hydrodynamische oder hydrostatische Kupplungen ersetzbar. Das von der Lamellenkupplung 15 übertragbare Drehmoment ist hier auf einen vorgebbaren Höchstwert einstellbar. Durch die von einer ersten Betätigungseinrichtung 16 beaufschlagbare Lamellenkupplung 15 ist das Losrad des Zahnradpaars 14 mit der Getriebeeingangswelle 2 auch dann verbindbar, wenn - wie in der Zeichnung beispielhaft am ersten Getriebegang (Zahnradpaar 6) dargestellt - innerhalb des Stufenwechselgetriebes 1 bereits eine formschlüssige Verbindung besteht. Grundsätzlich ist es auch möglich, nicht den vorhandenen höchsten Getriebegang 14 als zuschaltbare Getriebestufe auszunutzen, sondern dafür ein zusätzliches Zahnradpaar vorzusehen. Erfindungsgemäß weist das in der Zeichnung dargestellte Ausführungsbeispiel für ein Stufenwechselgetriebe 1 noch eine Steuereinrichtung 17 auf, durch die neben der ersten Betätigungseinrichtung 16 auch eine dem Antriebsmotor 5 zugeordnete Momentenbeeinflussungseinrichtung 18.1 und eine Drehzahlbeeinflussungsrichtung 18.2 sowie eine der Anfahr- und Trennkupplung 3 zugeordnete zweite Betätigungseinrichtung 19 beaufschlagbar sind. Die Funktionsweise des vorstehend beschriebenen Stufenwechselgetriebes 1 wird nun anhand von Diagrammen eingehender erläutert.

In Figur 2 ist das vom Stufenwechselgetriebe 1 maximal bei Vollast des Antriebsmotors 5 übertragbare Antriebsdrehmoment, also das an Getriebeausgangswelle 12 wirksame Drehmoment, über der Zeit t qualitativ aufgetragen. Die Verläufe sind idealisiert dargestellt, das heißt, daß die während des Betriebes des Stufenwechselgetriebes 1 auftretenden elastischen Verspannungen innerhalb des Triebstranges nicht berücksichtigt werden. Mit  $M \cdot i_1$  bis  $M \cdot i_5$  sind die in den jeweiligen Getriebegängen maximal übertragbaren Drehmomente bezeichnet ( $M = \text{Moment des Antriebsmotors } 5; i_j = \text{Übersetzungsverhältnis } j \text{ im Getriebegang } j$ ). Die mit fetten durchgezogenen Linien dargestellten Momentenverläufe zeigen die an einem beispielhaft zu erläuternden Gangwechsel beteiligten Getriebegänge auf. Die maximal übertragbaren Antriebsmomente während anderer Gangwechsel sind demgegenüber mit dünnen unterbrochenen Linien dargestellt.

Gemäß Figur 3 ist zum Zeitpunkt  $t_0$  also der erste Getriebegang eingelegt. Das vom Antriebsmotor 5 erzeugte Motorantriebsmoment gelangt über die Anfahr- und Trennkupplung 3 auf die Getriebeeingangswelle 2 und wird von dort über das Gangzahnradpaar 6 und die eingerückte Schie-

bemüffe 11 auf die Getriebeausgangswelle 12 übertragen. Zur Einleitung eines Hochschaltvorganges wird zum Zeitpunkt  $t_1$  die Lamellenkupplung 15 der zuschaltbaren Getriebestufe 13 von der ersten Betätigungsseinrichtung 16 mit zunehmender Schließkraft beaufschlagt. Der Verlauf des von der Lamellenkupplung übertragenen Drehmoments ist in Figur 3 mit fetteten unterbrochenen Linien dargestellt. Aufgrund der in dem Stufenwechselgetriebe 1 vorliegenden Übersetzungsverhältnisse dreht bei eingelegtem ersten Getriebegang das Losrad des Gangzahnrades 14 (höchster Getriebegang) in der zuschaltbaren Getriebestufe 13 langsamer als die Getriebeeingangswelle 2, so daß bei Beaufschlagung der ersten Betätigungsseinrichtung 16 die Innenlamellen der Lamellenkupplung 15 eine höhere Drehzahl aufweisen als die mit dem Losrad des Gangzahnradpaars 14 verbundenen Außenlamellen. Es stellt sich somit bei Beaufschlagung der Lamellenkupplung 15 durch die erste Betätigungsseinrichtung 16 ein mit Schlupf versehener Reibschluß ein, der geeignet ist, parallel zum noch eingelegten ersten Getriebegang ebenfalls Antriebsmomente von der Getriebeeingangswelle 2 auf die Getriebeausgangswelle 12 zu übertragen. Eine Steigerung der von der ersten Betätigungsseinrichtung 16 erzeugten Schließkraft bewirkt, daß ein immer größer werdender Anteil des Motormomentes von der zuschaltbaren Getriebestufe 13 reibschlüssig übertragen wird. Zum Zeitpunkt  $t_2$  ist das vom ersten Getriebegang übertragene Antriebsmoment so klein geworden, daß die Schiebemuffe 11 zur Aufhebung des Formschlusses ausgerückt werden kann. Bei einem besonders vorteilhaften - in der Zeichnung nicht dargestellten - Ausführungsbeispiel erfolgt dieser Ausrückvorgang durch eine die eingerückte Schiebemuffe 11 mit Vorspannkraft beaufschlagende Feder selbsttätig. Nach einer solchen Unterbrechung des Formschlusses wird zum Zeitpunkt  $t_2$  das Motormoment ausschließlich über die zuschaltbare Getriebestufe 13, also den höchsten Getriebegang, übertragen. Durch Beeinflussung der Drehzahl der Schwungmasse 4 kann dann im höchsten Getriebegang dem maximalen Motorantriebsmoment ein Zusatzmoment überlagert werden.

Erfnungsgemäß wird zur Beeinflussung der Schwungmassendrehzahl die Schließkraft und die Schließzeit der Lamellenkupplung 15 so bemessen, daß bei geschlossener Anfahr- und Trennkupplung 3 die für die Synchronisation von Schiebemuffe 11 und Losrad des Gangzahnradpaars 7 (2. Getriebegang) ohnehin notwendige Verzögerung der Getriebeeingangswelle 2 und die damit einhergehende Verzögerung der Schwungmasse 4 in der zuschaltbaren Getriebestufe 13 zu einem Reaktionsmoment führt, das zusätzlich zu dem Motorantriebsmoment vom höchsten Getriebegang übertragen wird. Den Gesetzen der Mechanik folgend führen dabei hohe

5 Schließkräfte und kurze Schließzeiten zu größeren Reaktionsmomenten als kleine Schließkräfte und große Schließzeiten. Zum Zeitpunkt  $t_3$  ist somit ein Übergangsdrhmoment  $M_{ü1}$  einstellbar, das bis zum Zeitpunkt  $t_4$  durch die fortlaufende Verzögerung der Schwungmasse 4 aufrechterhalten wird. Der beim Hochschaltvorgang der Schwungmasse 4 ohnehin zu entnehmende Anteil der Rotationsenergie wird aber weitestgehend verlustfrei in Vortriebssenergie umgewandelt.

10 Bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung wird während der Verzögerung der Schwungmasse 4 durch die Drehmomentenbeeinflussungsvorrichtung 18.1 das Motormoment reduziert, um die Belastung der Lamellenkupplung 15 zu reduzieren. Es sei nun angenommen, daß zum Zeitpunkt  $t_4$  die Schiebemuffe 11 und das Losrad des zweiten Getriebeganges 7 synchron laufen, so daß der zweite Getriebegang durch Einrücken der Schiebemuffe 11 eingelegt werden kann. Unmittelbar nach Einrücken der Schiebemuffe 11 beginnt zum Zeitpunkt  $t_5$  der zweite Getriebegang 7, einen Teil des Motormoments zu übertragen und steigert diesen Teil bei gleichzeitigem Öffnen der Lamellenkupplung 15 auf den Betrag  $M \cdot i_2$ . Zum Zeitpunkt  $t_6$  ist der Hochschaltvorgang vom ersten in den zweiten Gang abgeschlossen. Die in dem Diagramm schraffiert dargestellte Fläche  $F_1$  ist ein Maß für die zur Verzögerung der Schwungmasse 4 von der Lamellenkupplung 15 aufzuwendende Arbeit. Der Verlauf des von dem Stufenwechselgetriebe 1 übertragenen Drehmomentes zeigt, daß beim Hochschalten eine Zugkraftunterbrechung vermieden wird. Es wird jedoch gerade an dem in Figur 2 dargestellten Diagramm deutlich, daß je nach Beaufschlagung der ersten Betätigungsseinrichtung 16 vergleichsweise lang andauernde Momenteneinbrüche eintreten können. Nachstehend wird nun beschrieben, wie derartige Momenteneinbrüche beim Hochschalten wesentlich verringert werden können.

15 20 25 30 35 40 45 50 55 Der in Figur 3 mit einer dünnen durchgezogenen Linie dargestellte Verlauf des maximal übertragbaren Antriebsmomentes  $M$  über der Zeit  $t$  gleicht prinzipiell dem mit einer dicken Linie dargestellten Verlauf. Hinsichtlich der Beeinflussung und Bewegung von Getriebegliedern, die am Schaltvorgang beteiligt sind, treten zu dem Zeitpunkt  $t_0$ , bis  $t_6$ , die gleichen Ereignisse ein. Gegenüber dem mit dicken Linien dargestellten Schaltvorgang wurde jedoch die maximale Schließkraft der Lamellenkupplung 15 erhöht und daraus folgend deren Schließzeit verkürzt. Damit wird aus den eingangs genannten Gründen das in der zuschaltbaren Getriebestufe 13 wirkende Reaktionsmoment vergrößert, so daß das letztlich während des Synchronisierungsvorganges übertragene Übergangsdrhmoment  $M_{ü2}$  deutlich größer ist als bei dem mit dicken Linien dargestellten Schaltvorgang. Die schraffiert

dargestellte Fläche  $F_2$  ist wiederum das Maß der von der Lamellenkupplung 15 für die Verzögerung der Schwungmasse 4 aufzuwendenden Arbeit. Die Flächen  $F_1$  und  $F_2$  sind gleich groß, wenn bei den in Figur 3 einander gegenübergestellten Verläufen jeweils das gleiche Arbeitsvermögen der Lamellenkupplung 15 zur Verzögerung der Schwungmasse ausgenutzt wird. Von der Steuereinrichtung 17 kann nun die Schließkraft und die Schließzeit der Lamellenkupplung 15 so beeinflußt werden, daß der Betrag des Übergangsmomentes  $M_{ü}$  etwas kleiner ist als das maximal übertragbare Drehmoment des noch eingelegten niedrigeren Ganges und etwas größer ist als das maximal übertragbare Drehmoment des einzulegenden höheren Ganges. Den verbleibenden, äußerst kurzzeitigen Momenteneinbrüche in den Zeitspannen von  $t_1$  bis  $t_3$  und  $t_4$  bis  $t_5$  wirken im realen Betrieb des Stufenwechselgetriebes Elastizitäten im Triebstrang zumindest teilweise entgegen. Damit kann ohne Zugkraftunterbrechung beim Hochschalten ein vergleichsweise sanfter Drehmomentenübergang realisiert werden.

Die Einstellung des für einen Hochschaltvorgang günstigsten Übergangsdrehmomentes  $M_{ü}$  kann jedoch auch durch gezielte Beeinflussung der Anfahr- und Trennkupplung 3 erreicht werden. Dies wird anhand des in Figur 4 dargestellten Momentenverlaufes erläutert. Der Ablauf eines Schaltvorganges vom ersten in den zweiten Getriebegang gleicht grundsätzlich dem in Figur 3 dargestellten Verlauf. Lediglich aus Gründen der zeichnerischen Übersichtlichkeit ist das Diagramm in Richtung der Zeitachse gedehnt. Die fett gezeichnete Linie gibt den bereits beschriebenen Momentenverlauf wieder. In der Zeitspanne von  $t_3$  bis  $t_5$ , ergibt sich allerdings ein veränderter Verlauf, der mit einer dünnen Linie gezeichnet ist. Erfindungsgemäß ergibt sich ein derartiger Verlauf, wenn abhängig von Signalen der Steuereinrichtung 17 durch die zweite Betätigungsseinrichtung 19 im Verlaufe des Synchronisierungsvorganges, also während der Verzögerung von Getriebeeingangswelle 2 und Schwungmasse 4, das von der Anfahr- und Trennkupplung 3 übertragbare Drehmoment auf einen Höchstwert  $M_{üG}$  begrenzt wird. Eine derartige Beaufschlagung der Anfahr- und Trennkupplung 3 bewirkt, daß die durch die Lamellenkupplung 15 mögliche Momentübertragbarkeit  $M_{ü}$  nicht vollständig ausgeschöpft wird. Ein Teil der in der Schwungmasse 4 befindlichen Rotationsenergie wird also schon in der Anfahr- und Trennkupplung 3 aufgezehrt. Im Diagramm der Figur 4 entspricht die Summe der Flächen  $F_3$  und  $F_4$  der von der Lamellenkupplung 15 allein aufzuwendenden Arbeit zur Verringerung der Rotationsenergie. Die Einstellung eines vorgebaren Höchstwertes bei der Drehmomentübertragbarkeit der Anfahr- und Trennkupplung 3 hat zur Folge, daß der dem Flächenteil  $F_4$  entspre-

chende Anteil der aufzuwendenden Arbeit von der Anfahr- und Trennkupplung 3 aufgebracht wird. Dieser Flächenanteil  $F_4$  ist so groß wie die mit  $F_5$  bezeichnete Fläche. Der Vorteil einer derartigen Beaufschlagungsmöglichkeit für die Anfahr- und Trennkupplung 3 besteht darin, daß für die Lamellenkupplung 15 in Bezug auf deren Schließkräfte und Schließzeiten konstante Werte eingestellt werden können. Dies führt für sich betrachtet schon zu einer erheblichen Reduzierung des Steuerungsaufwandes, zumal die in der Regel ohnehin für Anfahrvorgänge vorhandene Betätigungsseinrichtung 19 dann auch zur Anpassung des Übergangsdrehmomentes an den jeweiligen Schaltvorgang herangezogen werden kann. Ergänzend oder alternativ kann eine solche Anpassung auch abhängig vom anliegenden Motormoment erfolgen.

Darüber hinaus kann auf diese Weise die thermische Belastung der Lamellenkupplung 15 erheblich herabgesetzt werden.

Die Betätigung der zuschaltbaren Getriebestufe 13 ist jedoch nicht auf Hochschaltvorgänge beschränkt. Insbesondere bei Stufenwechselgetrieben 1 mit selbsttätig ausrückbaren Schiebermuffen 10, 11 ist es zweckmäßig, beim Runterschalten des Stufenwechselgetriebes 1 den Ausrückvorgang der Schiebermuffen 10, 11 durch Beaufschlagung der Lamellenkupplung 15 herbeizuführen. Wenn der eingelegte Getriebegang nicht der höchste Getriebegang ist, bewirkt die Beaufschlagung der Lamellenkupplung 15 durch die erste Betätigungsseinrichtung 16 bei noch eingelegtem höheren Gang einen Reibschlüß zwischen dem Losrad des höchsten Getriebeganges 14 und der Getriebeeingangswelle 2. Wie schon beim Hochschaltvorgang beschrieben übernimmt die zuschaltbare Getriebestufe 13 mit zunehmender Beaufschlagung durch die Betätigungsseinrichtung 16 einen wachsenden Anteil des Motormomentes, bis innerhalb des eingelegten Getriebeganges aufgrund des sich dort entsprechend verringernden Drehmomentes ein den Ausrückvorgang ermöglichernder Drehmomentenbetrag erreicht ist. Unmittelbar nach dem Ausrückvorgang des zuvor eingelegten höheren Getriebeganges ist die Lamellenkupplung 15 schnellstens zu öffnen, damit die Getriebeeingangswelle 2 für die Synchronisation des einzulegenden niedrigeren Getriebeganges möglichst rasch beschleunigt werden kann. Zweckmäßigerweise erfolgt die Beschleunigung der Getriebeeingangswelle 2 bei geschlossener Anfahr- und Trennkupplung 3 durch den Antriebsmotor 5, dessen Drehzahl in Abhängigkeit von den Signalen der Steuereinheit 17 durch die Drehzahlbeeinflussungsvorrichtung 18.2 steuerbar ist. Ist die für den Synchronlauf der formschlüssig miteinander zu verbindenden Getriebeglieder notwendige Drehzahl der Getriebeeingangswelle 2 zumindest annähernd erreicht, erfolgt eine nochmalige Beaufschlagung

der Lamellenkupplung 15 durch die erste Betätigungsseinrichtung 16. Auf diese Weise kann die zuvor beschleunigte Getriebeeingangswelle 2 gebremst werden, damit ein problemloser Formschluß zwischen Losrad des neuen Ganges und Schiebermuffe erfolgen kann. Nach Herstellung der formschlüssigen Verbindung wird die Lamellenkupplung 15 dann wieder geöffnet. Damit ist der Rückschaltvorgang abgeschlossen.

Eine gesonderte Betrachtung erfordert das Rückschalten aus dem höchsten Getriebegang. Beim Schalten vom höchsten in den nächst niedrigen Getriebegang wird zunächst die Lamellenkupplung 15 geöffnet und erst dann wieder mit Schließkraft beaufschlagt, wenn die Getriebeeingangswelle 2 zumindest annähernd bis zum Synchronlauf der in dem nächst niedrigen Getriebegang formschlüssig miteinander zu verbindenden Getriebeglieder durch den Antriebsmotor 5 beschleunigt worden ist. Nach dem Einrücken der Schiebermuffe 10 in das Losrad des nächst niedrigen Getriebeganges 9 wird die Kupplung 15 wieder geöffnet.

Das in Figur 5 gezeigte Ausführungsbeispiel zeigt ausschnittsweise ein Stufenwechselgetriebe 1', bei dem abweichend von dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel die Losräder auf der Getriebeeingangswelle 2 und die Festräder auf der Getriebeausgangswelle 12 angeordnet sind. Die wesentliche Änderung zum Stufenwechselgetriebe 1 besteht jedoch darin, daß die zuschaltbare Getriebestufe 13 nach der Art eines Riemscheibenantriebs ausgebildet ist. Zu diesem Zweck sind auf der Getriebeeingangswelle 2 zwei Riemscheibenhälfte 20, 21 als Losräder und auf einer Zwischenwelle 22 zwei Riemscheibenhälfte 23, 24 als Festräder angeordnet, die über einen Riemen 26 miteinander verbunden sind. Ein auf der Zwischenwelle 22 drehfest angeordnetes Ritzel 27 kämmt mit dem Abtriebsritzel des Gangzahnradpaars 9 (4. Gang) und ermöglicht so die für den ordnungsgemäßen Antrieb der Getriebeausgangswelle 12 erforderliche Umkehr der Drehrichtung.

Durch eine an sich bekannte axiale Verstellung der Riemscheibenhälfte 20, 21 einerseits und 23, 24 andererseits ist das Übersetzungsverhältnis der zuschaltbaren Getriebestufe 13 stufenlos einstellbar. Analog zum Stufenwechselgetriebe 1 sind die hier als Losräder umlaufenden Riemscheibenhälfte 20, 21 über die Lamellenkupplung 15 mit der Getriebeeingangswelle 2 verbindbar. Durch die stufenlose Verstellbarkeit des Übersetzungsverhältnisses in der zuschaltbaren Getriebestufe 13 kann während eines beliebigen Hochschaltvorgangs der jeweilige Betrag des von der zuschaltbaren Getriebestufe allein zu übertragenden Antriebsmomentes an die Beträge der zum Zeitpunkt der Einleitung und Beendigung des Schaltvorganges von den Getrieberädern zu übertragenden An-

triebsmomenten angepaßt werden. Mit Bezug auf Figur 2 heißt dies also, daß beispielsweise beim Schalten vom ersten in den zweiten Gang der Betrag des Übergangsmomentes  $M_{\text{Ü}}$  durch Verstellung am Riemscheibenantrieb an die Beträge  $M_1$  und  $M \cdot i_2$  anpaßbar ist.

Bei einer - in der Zeichnung nicht dargestellten - vorteilhaften Variante des Stufenwechselgetriebes 1' sind die Riemscheibenhälfte 20, 21 auf der Getriebeeingangswelle 2 als Festräder angeordnet. Dabei sind die Riemscheibenhälfte 20, 21 derart auf der Getriebeeingangswelle 2 axial verstellbar, daß von dem Riemen 26 zumindest zeitweise kein Antriebsmoment übertragbar ist, und daß der Grad des Riemeneingriffs veränderbar ist. Die Funktion der Lamellenkupplung 15 wird somit durch das Zusammenwirken der Riemscheibenhälfte 20, 21 mit dem Riemen 26 ersetzt.

20

## Ansprüche

1. Verfahren zum Schalten eines Stufenwechselgetriebes (1) für Fahrzeuge mit einer mit einem Antriebsmotor (5) verbindbaren Getriebeeingangswelle (2), einer mit den angetriebenen Fahrzeugrädern verbindbaren Getriebeausgangswelle (12) und mit mehreren, den einzelnen Getriebegängen zugeordneten Paaren von Gangzahnrädern (6 - 9), von denen jeweils eines als Festrad auf der einen Getriebewelle und das andere als Losrad auf der anderen Getriebewelle gehalten ist, wobei das Losrad zum Zwecke des Einrückens des entsprechenden Getriebegangs form- und/oder reibschlüssig mit der zugehörigen Getriebewelle verbindbar ist, und mit einer zuschaltbaren Getriebestufe (13), die zwischen der Getriebeeingangswelle (2) und der Getriebeausgangswelle (12) angeordnet ist, und die innerhalb des Stufenwechselgetriebes (1) verglichen mit dem jeweils eingelegten Getriebegang ein größeres Übersetzungsverhältnis aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die zuschaltbare Getriebestufe (13) zur Einleitung eines Schaltvorganges zumindest zeitweise auch dann zugeschaltet wird, wenn der jeweils eingelegte Getriebegang noch nicht ausgerückt ist.

2. Stufenwechselgetriebe zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zuschaltbare Getriebestufe (13) der höchste Getriebegang (14) des als Zahnrädergetriebe ausgebildeten Stufenwechselgetriebes (1) ist, und daß das Losrad des höchsten Getriebeganges (14) über eine im Schlupfzustand betreibbare erste Kupplung (15) mit der das Losrad tragenden Getriebewelle (2) verbindbar ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 unter Verwendung eines Stufenwechselgetriebes nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das von der ersten

Kupplung (15) übertragbare Drehmoment auf einen vorgebbaren Höchstwert begrenzt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 unter Verwendung eines Stufenwechselgetriebes nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigung der ersten Kupplung (15) von einer Steuereinrichtung (17) sowohl hinsichtlich der Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit als auch hinsichtlich der Schließkraft gesteuert wird.

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß beim Hochschalten die erste Kupplung (15) mit einer gesteuert zunehmenden Schließkraft derart beaufschlagt wird, daß mit Zunahme der Schließkraft ein wachsender Anteil des zu übertragenden Drehmoments über die erste Kupplung (15) durch die zuschaltbare Getriebestufe (13) übertragen wird, bis innerhalb des eingelegten Getriebeganges aufgrund des sich dort entsprechend verringernden Drehmomentes ein den Ausrückvorgang ermöglichernder Drehmomentbetrag erreicht wird, und daß die erste Kupplung (15) nach dem Ausrückvorgang zur Verzögerung der Getriebeeingangswelle (2) bis zum Synchronlauf der in dem einzulegenden höheren Getriebegang formschlüssig miteinander zu verbindenden Getriebeglieder mit Schließkraft beaufschlagt bleibt, und daß die erste Kupplung (15) nach dem Herstellen des Formschlusses in dem höheren Getriebegang in Öffnungsrichtung betätigt wird, sofern der neu eingelegte Getriebegang nicht der höchste Getriebegang (14) ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine dem Antriebsmotor zugeordnete Drehmomentenbeeinflussungsvorrichtung (18.1) in Abhängigkeit von Signalen der Steuereinrichtung (17) nach dem Ausrücken des eingelegten Getriebeganges das Motordrehmoment reduziert wird, bis in dem einzulegenden höheren Getriebegang zumindest annähernd der Synchronlauf der formschlüssig miteinander zu verbindenden Getriebeglieder erreicht ist.

7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß, sofern der eingelegte Getriebegang nicht der höchste Getriebegang (14) ist, beim Rückschalten die erste Kupplung (15) derart mit einer gesteuert zunehmenden Schließkraft beaufschlagt wird, daß mit Zunahme der Schließkraft ein wachsender Anteil des zu übertragenden Drehmoments über die erste Kupplung (15) durch die zuschaltbare Getriebestufe (13) übertragen wird, bis innerhalb des eingelegten Getriebeganges aufgrund des sich dort entsprechend verringernden Drehmomentes ein den Ausrückvorgang ermöglichernder Drehmomentenbetrag erreicht ist, und daß die erste Kupplung (15) unmittelbar nach dem Ausrückvorgang geöffnet wird und erst dann wieder mit Schließkraft beaufschlagt wird, wenn die Getriebeeingangswelle (2) zumindest an-

nähernd bis zum Synchronlauf der in dem einzulegenden niedrigeren Getriebegang formschlüssig miteinander zu verbindenden Getriebeglieder durch ein Beschleunigungsmittel beschleunigt worden ist, und daß die erste Kupplung (15) unmittelbar nach Herstellung der formschlüssigen Verbindung wieder geöffnet wird.

8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1; 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß beim Rückschalten aus dem höchsten Getriebegang (14) die mit Schließkraft beaufschlagte erste Kupplung (15) in Öffnungsrichtung betätigt wird und erst dann wieder mit Schließkraft beaufschlagt wird, wenn die Getriebeeingangswelle (2) zumindest annähernd bis zum Synchronlauf der in dem einzulegenden niedrigeren Getriebegang formschlüssig miteinander zu verbindenden Getriebeglieder durch ein Beschleunigungsmittel beschleunigt worden ist, und daß die erste Kupplung (15) unmittelbar nach Herstellung der formschlüssigen Verbindung der Getriebeglieder wieder geöffnet wird.

9. Stufenwechselgetriebe zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschleunigungsmittel der Antriebsmotor (5) ist.

10. Stufenwechselgetriebe zur Durchführung des Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 5 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweils eingelegte Getriebegang selbsttätig austückbar ist.

11. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer zwischen dem Antriebsmotor (5) und dem Stufenwechselgetriebe (1) angeordneten, als Anfahr- und Trennkupplung wirkenden zweiten Kupplung (3) deren Drehmomentübertragung auf einen vorgebbaren Höchstwert begrenzt wird, wenn nach Aufhebung des Formschlusses in dem eingelegten höheren Getriebegang zur Verzögerung der Getriebeeingangswelle (2) die erste Kupplung (15) bis zum Synchronlauf der in dem einzulegenden niedrigeren formschlüssig miteinander zu verbindenden Getriebeglieder mit Schließkraft beaufschlagt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgebbare Höchstwert für die Drehmomentübertragung der zweiten Kupplung (3) abhängig vom jeweils eingelegten Getriebegang und/oder vom Antriebsmoment des Motors durch die Steuereinheit (17) eingestellt wird.

13. Stufenwechselgetriebe zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zuschaltbare Getriebestufe eine stufenlose oder schrittweise Verstellbarkeit des Übersetzungsverhältnisses aufweist.

14. Stufenwechselgetriebe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die zuschaltbare Getriebestufe ein Riemscheibenantrieb ist, der eine

drehfeste Riemenscheibe und eine verdrehbare Riemenscheibe aufweist, und bei dem die verdrehbare Riemenscheibe über eine im Schlupfzustand betreibbare erste Kupplung mit der die verdrehbare Riemenscheibe tragenden Getriebewelle verbindbar ist.

5

15. Stufenwechselgetriebe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die zuschaltbare Getriebestufe ein Riemenscheibenantrieb ist, der eine auf der Getriebeeingangswelle (2) drehfest angeordnete erste Riemenscheibe (20, 21) und eine auf einer Zwischenwelle (22) drehfest angeordnete zweite Riemenscheibe (23, 24) aufweist, wobei die Zwischenwelle (22) über eine Zwischengetriebestufe (Ritzel 27) mit der Getriebeausgangswelle (12) verbunden ist.

10

16. Stufenwechselgetriebe nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Riemenscheiben derart verstellbar sind, daß von dem Riemen (26) zumindest zeitweise kein Drehmoment übertragbar ist, und daß der Grad des Riemeneingriffs veränderbar ist.

20

17. Stufenwechselgetriebe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellung des Übersetzungsverhältnisses in Abhängigkeit von dem Übersetzungsverhältnis des jeweils eingelegten Getriebeganges erfolgt.

25

18. Stufenwechselgetriebe nach Anspruch 2 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kupplung eine hilfskraftbetätigte Reibkupplung ist.

30

19. Stufenwechselgetriebe nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Reibkupplung eine Lamellenkupplung ist.

35

20. Stufenwechselgetriebe nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Reibkupplung eine Konuskupplung ist.

40

21. Stufenwechselgetriebe nach Anspruch 2 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kupplung eine Magnetkupplung ist.

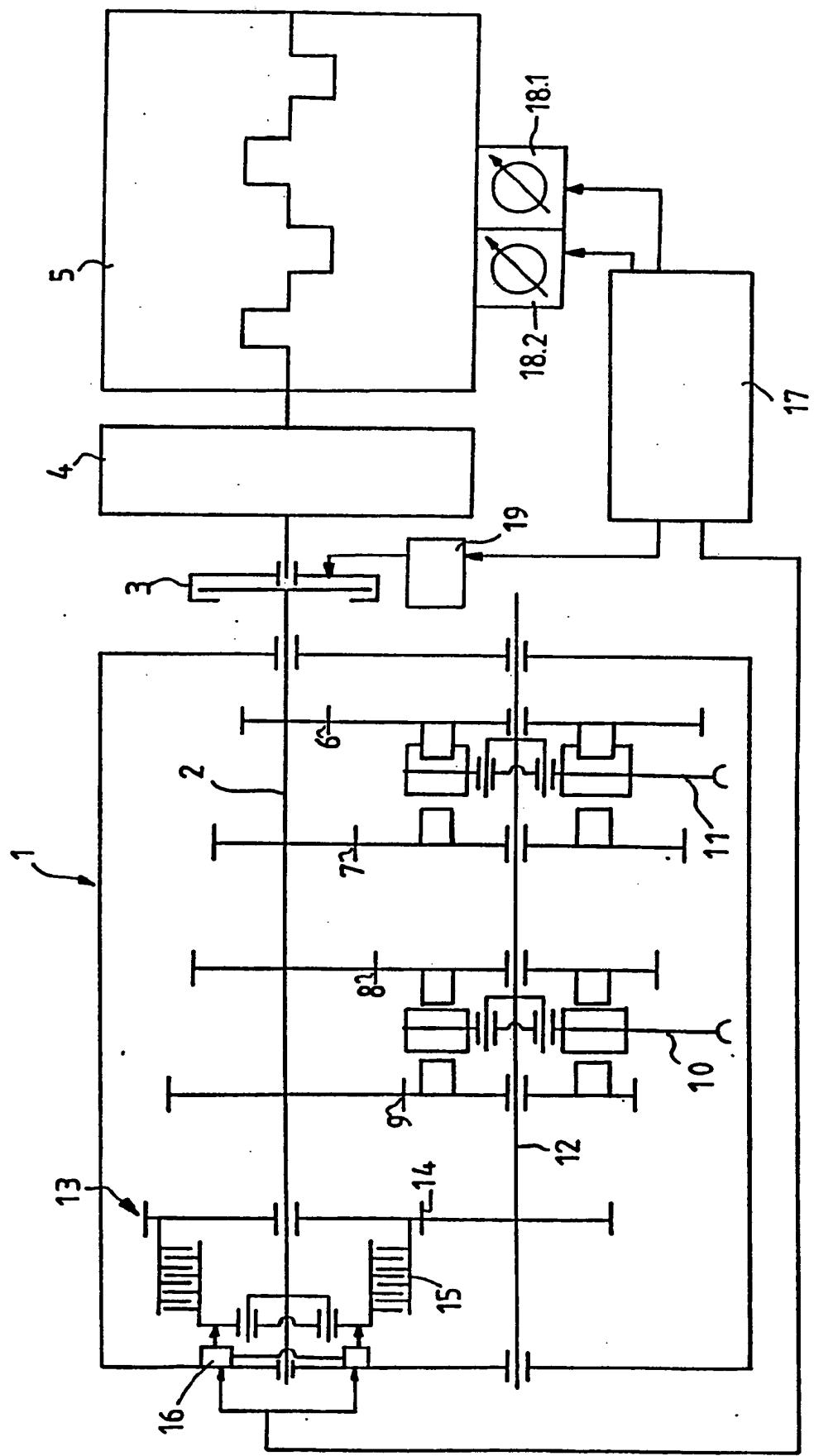
45

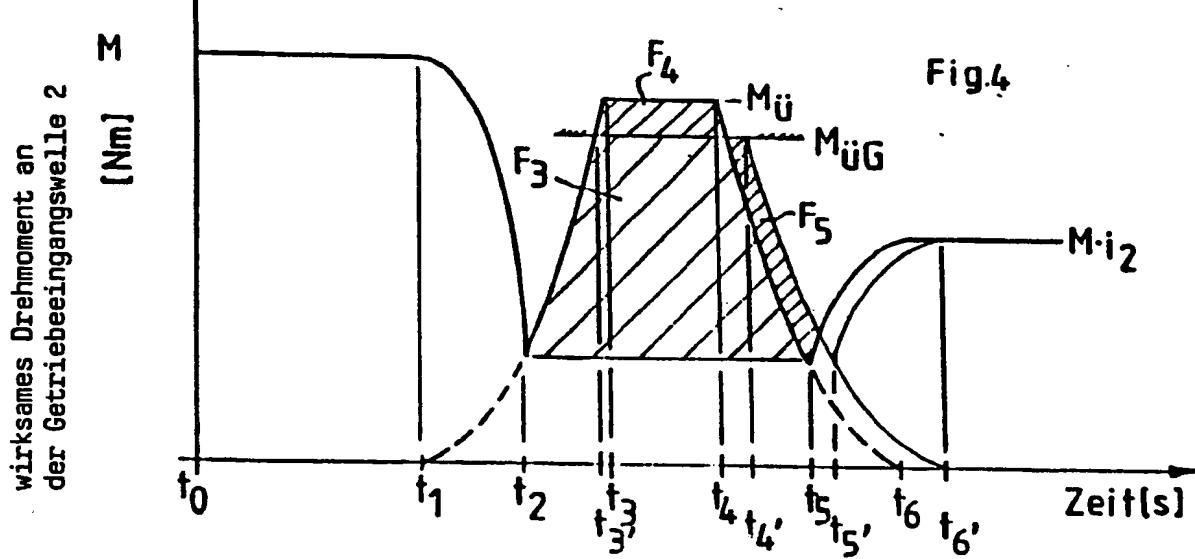
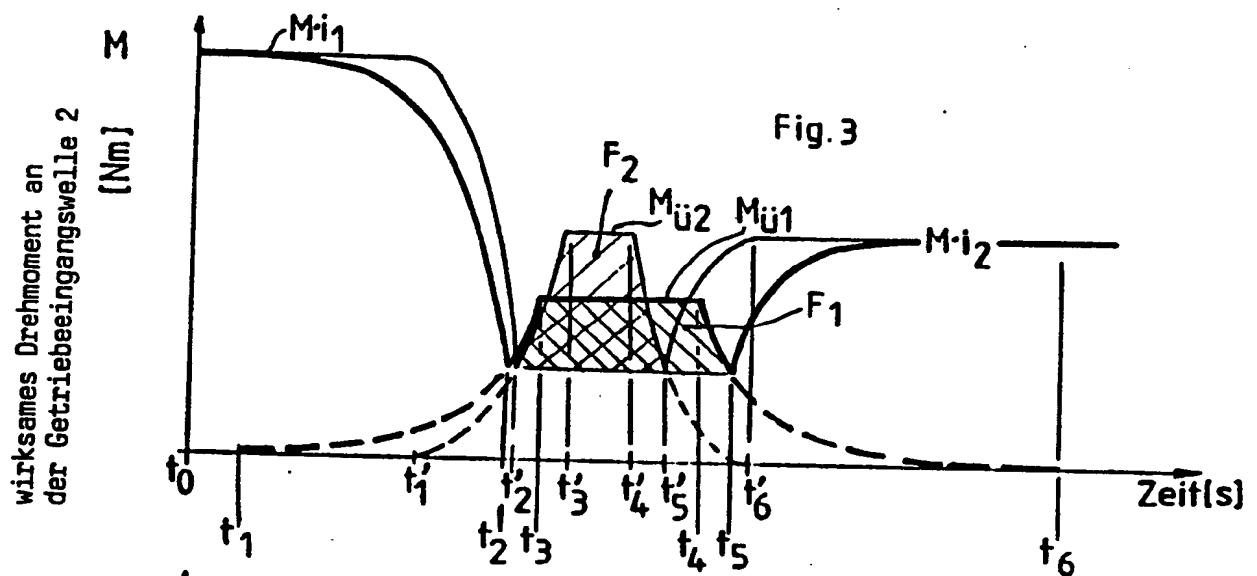
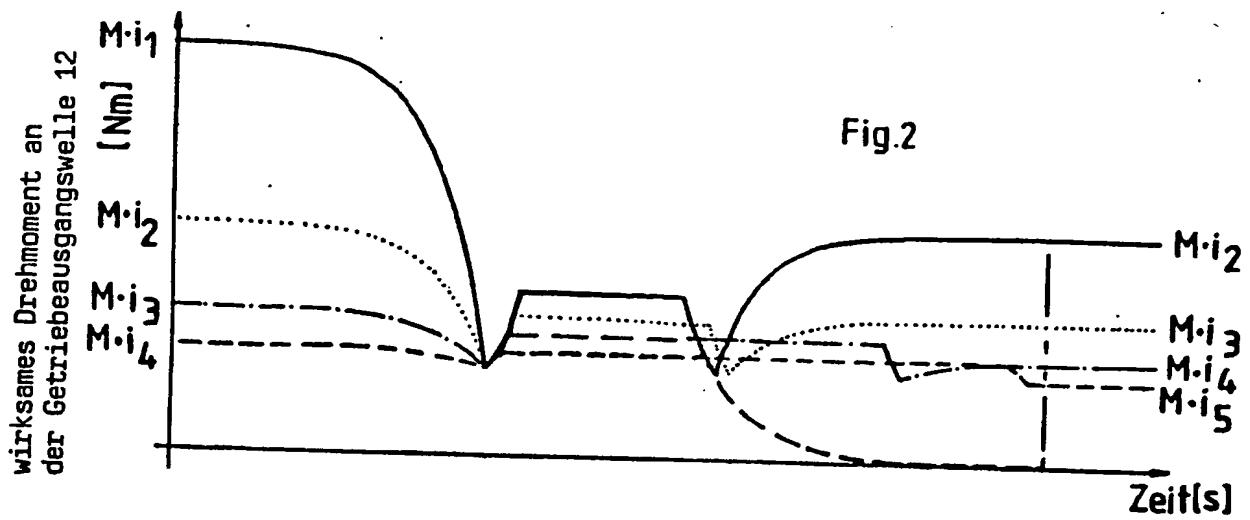
22. Stufenwechselgetriebe nach Anspruch 2 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kupplung eine hydrodynamische Drehmomentenübertragbarkeit aufweist.

50

23. Stufenwechselgetriebe nach Anspruch 2 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kupplung eine hydrostatische Drehmomentenübertragbarkeit aufweist.

55





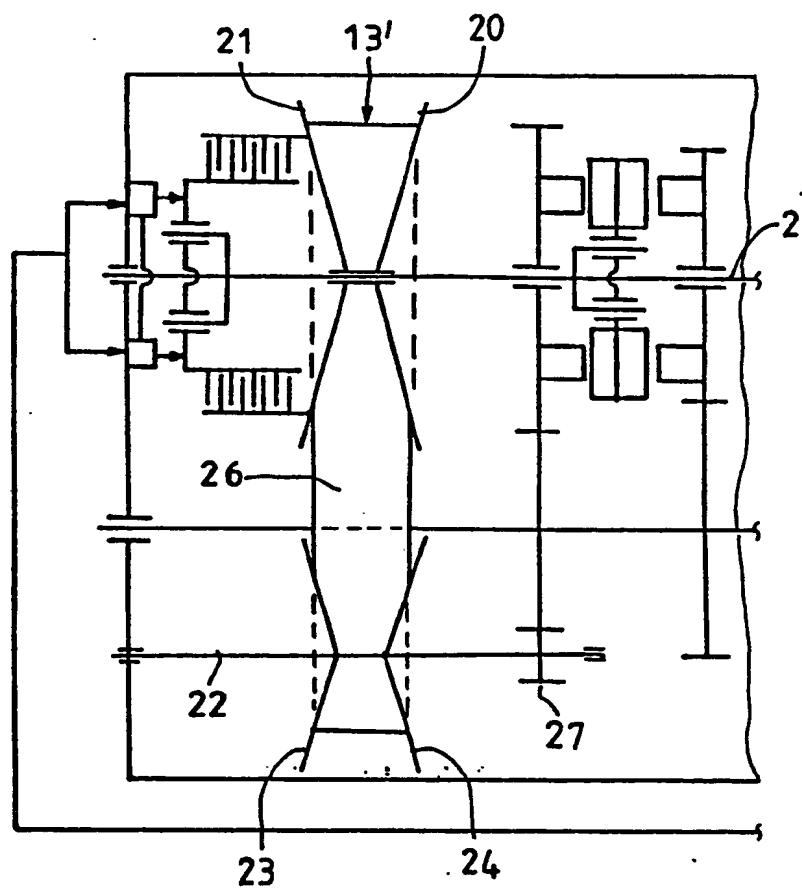


Fig.5

K4385,3



| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE   |  |   |  |
|--|--|---|--|
| Kategorie  | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile  | Betrifft Anspruch   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5) |
| A  | EP-A-0 088 486 (AUTOMOTIVE PRODUCTS)<br>* Seite 8, Zeilen 9-13; Seite 8, Zeilen 18-24; Seite 11, Zeilen 3-8; Seite 10, Zeilen 3-15; Zusammenfassung; Abbildungen 1,2; Anspruch 1 * | 1-12  | F 16 H 3/08<br>F 16 H 3/12               |
| A  | CH-A- 207 438 (MAYBACH)<br>* Insgesamt *   | 1,2,18,<br>20   |  |
| A  | FR-A-2 521 078 (HONDA)<br>* Seite 2, Zeilen 18-35; Abbildung 1 *   | 13-17   |  |
| A  | THE AUTOCAR, 16 April 1954, Seiten 535-537; "Transmission by Magnetism"<br>* Seiten 535-537 *  | 21  |  |
| A  | FR-A-2 154 235 (FIAT)<br>* Seite 13, Zeile 6 - Seite 14, Zeile 14; Abbildung 4 *   | 1   |  |
| D,A  | EP-A-0 212 182 (PORSCHE)<br>* Zusammenfassung; Ansprüche; Abb. * & DE-A-3 530 017  | 1   | RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl.5)    |
| D,A  | EP-A-0 173 117 (HITACHI LTD)<br>* Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen *  | 1-12  | F 16 H<br>B 60 K                         |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt  |  |   |  |
| Recherchenort<br><b>DEN HAAG</b>   | Abschlußdatum der Recherche<br><b>07-02-1990</b>   | Prüfer<br><b>TOPP-BORN S.</b>   |  |
| <b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b>   |  | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |  |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |  |   |  |